

DE-3202958-A1 teaches a rotary electric machine which has a winding arrangement, in which Y-connected windings and Δ -connected windings are connected in series.

(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift
(11) DE 3202958 A1

(51) Int. Cl. 3:
H 02 K 3/00
H 02 K 17/12

(21) Aktenzeichen: P 32 02 958.6
(22) Anmeldetag: 29. 1. 82
(43) Offenlegungstag: 11. 8. 83



DE 3202958 A1

(71) Anmelder:
Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München, DE

(72) Erfinder:
Auinger, Herbert, Dipl.-Ing. Dr., 8500 Nürnberg, DE

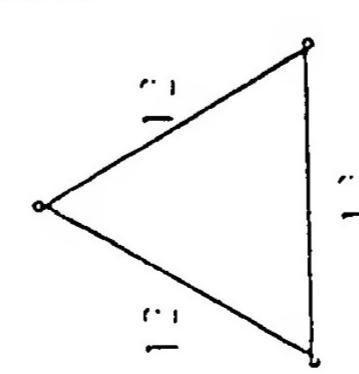
(54) Dreiphasige Wicklung in Stern-Dreieck-Mischschaltung für eine elektrische Maschine

Bei einer gesehnnten dreiphasigen Wicklung in Stern-Dreieck-Mischschaltung für Ständer oder Schleifringläufer einer elektrischen Maschine sind zur Verringerung der Oberwellenanteile und der Kupferverluste die inneren Wicklungsabschnitte durch Ausgleichsleiter in Dreieckschaltung verbunden, an die jeweils zwei parallele, gegenüber den Dreiecksabschnitten um 30° el versetzte, mit den Klemmen verbundene äußere Wicklungsabschnitte sternförmig angeschlossen sind. Die räumliche Aufteilung der Wicklungsabschnitte ist dabei so vorgenommen, daß sich innerhalb jeden Polpaars eine zwölffzonige Wicklungsanordnung ergibt. (32 02 958)

DE 3202958 A1

Tabelle 1: Vergleichende Übersicht von herkömmlichen sechszonigen Zweischichtwicklungen in Dreieckschaltung mit äquivalenten Y/Δ -Mischschaltungen für $N/p = 36$ Nuten je Polpaar

Δ -Schaltung	Schwingung	vor- und rückwärts laufende Stabwellenwicklung mit verschiedenen Spulengruppierungen	ξ	$\sigma_0 \cdot 10^5$	V_{cu} / ρ_N	äquivalente Y/Δ -Schaltung Fig. 10	Verlustminde rung gemäß Gl. (4)
12 Spulen/ Strang	1/1	6 + 6	0,9561	5,16	100 %	0 - 12 - 0 reine Δ -Schaltung (Fig. 10 rechts)	1/1 (keine)
17/18	7 + 5	0,9525	4,46	100,8 %	1 - 16 - 1	25/24	
8/9	3 + 4	0,9416	5,49	105,1 %	2 - 8 - 2	11/12	
5/6	9 + 3	0,9236	2,93	107,2 %	3 - 6 - 3	7/8	
7/9	10 + 2	0,8985	5,11	113,2 %	4 - 4 - 4	5/6	
13/18	11 + 1	0,8666	4,00	121,7 %	5 - 2 - 5	19/24	
2/3	12 + 0	0,8280	5,16	133,3 %	6 - 0 - 6 reine Doppel- Y -Schaltung (Fig. 10 links)	5/4	



22.

82 P 3015 DE

Tabelle II: Wicklungseigenschaften möglicher
Y/Δ -Mischschaltungen
bei N/p = 36 Nuten je Polpaar

Spulenauf- teilung	Spulen- schritt	ξ	$\xi_0 \cdot 10^{-3}$	relative Kupfer- verluste	
				A	B
1 - 10 - 1	1 - 19	0,9525	4,46	96,7	95,8 ($\cong 23/24$)
	1 - 18	0,9489	4,05	97,5	96,6
	1 - 17	0,9380	3,28	99,7	98,8
	1 - 16	0,9200	2,73	103,7	102,7
	1 - 15	0,8951	2,86	109,5	108,5
2 - 8 - 2	1 - 19	0,9416	3,49	94,5	91,7 ($\cong 11/12$)
	1 - 18	0,9380	3,24	95,2	92,4
	1 - 17	0,9273	2,96	97,5	94,5
	1 - 16	0,9095	2,66	101,3	98,25
	1 - 15	0,8848	2,68	107,0	103,8
3 - 6 - 3	1 - 19	0,9236	2,93	93,8	87,5 ($\cong 7/8$)
	1 - 18	0,9200	2,73	94,5	88,2
	1 - 17	0,9095	2,66	96,7	90,2
	1 - 16	0,8921	2,77	100,5	93,8
4 - 4 - 4	1 - 19	0,8985	3,11	94,4	83,3 ($\cong 5/6$)
	1 - 18	0,8951	2,86	95,1	84,0
	1 - 17	0,8848	2,68	97,3	85,9
	1 - 16	0,8679	2,66	101,1	89,3

A im Vergleich mit der Normalausführung, ungeschnitten $\cong 100\%$

B im Vergleich mit der Normalausführung, äquivalente Schnittung $\cong 100\%$

Tabelle III: Wicklungseigenschaften bei
identischen und angepaßten Spulen

	einheitliche Spulen	angepaßte Spulen
Spulenwindungszahl	$w_Y = w_\Delta$	$w_Y = 2/\sqrt{3} \cdot w_\Delta$ bei \parallel -Schaltung $w_Y = 1/\sqrt{3} \cdot w_\Delta$ bei $--$ -Schaltung
Leiterquerschnitte	$q_Y = q_\Delta$	$q_Y = \sqrt{3}/2 q_\Delta$ bei \parallel -Schaltung $q_Y = \sqrt{3} q_\Delta$ bei $--$ -Schaltung
Wicklungsfaktor ξ	$w_{ges} = (2 + \sqrt{3}) w_\Delta$ (Fig. 20) $\xi = \frac{2 + \sqrt{3}}{4} \cdot \xi_Z = 0,9330 \xi_Z$ *)	$w_{ges} = 4 w_\Delta$ (Fig. 21) $\xi = \frac{2}{1 + 2/\sqrt{3}} \cdot \xi_Z = 0,9282 \xi_Z$ *)
effektive Windungszahl $w \cdot \xi$	$\frac{(2 + \sqrt{3})^2}{4} \xi_Z \cdot w_\Delta$ $= 3,4821 w_\Delta \xi_Z$ *)	$\frac{8}{1 + 4\sqrt{3}} \xi_Z w_\Delta = \frac{8\sqrt{3}}{2 + \sqrt{3}} \xi_Z w_\Delta$ $= 3,7128 w_\Delta \xi_Z$
Kupferverluste	unterschiedliche Kupferverlustaufteilung $V_\Delta = (4/7)V_{ges} \approx 57,14\%$ $V_Y = (3/7)V_{ges} = \frac{42,86}{100,00}\%$	gleiche Kupferverlustaufteilung wegen erhöhter effektiver Windungszahl nur $(2 + \sqrt{3})^3 / 32\sqrt{3} = 0,9378$ facher Strom $V_\Delta = 0,9378^2 \cdot 57,14 = 50,26\%$ $V_Y = 0,9378^2 \left(\frac{2}{\sqrt{3}}\right)^2 \cdot 42,86 = \frac{50,26}{100,52}\%$
Durchflutungspolygon	ungleichseitiges Zwölfeck (Fig. 4) bei $\frac{w}{\tau} = 1$ $I : II = 2 : \sqrt{3}$ bei $\frac{w}{\tau} = \frac{11}{12}$ $I : 2 : III = 2 : \sqrt{13}/2 : \sqrt{3}$ $= 2 : 1,803 : 1,732$	gleichseitiges Zwölfeck ungleichseitiges Vierundzwanzigeck (Fig. 8) $I : II = 2 : 2 \cdot \cos 15$ $= 2 : 1,932$

*) ξ_Z Zonenfaktor

3202958

25
82 P 3015 DETabelle IV: Vergleich verschiedener Wicklungsausführungen für $N/p = 24$ Nuten pro Polpaar

Spulen	Wicklungsart	Sehnung	Durchflutungspolygon	E	ξ	$\sigma_0 \cdot 10^3$
Einschicht- oder Zweischicht-wicklung Δ -Schaltung 6zonig (Fig. 1)	1/1	gleichseitiges Sechseck (Fig. 2) Seitenlänge: 4×2	0,9577	8,900		
Zweischichtwicklung 6zonig (Fig. 3)	5/6	ungleichseitiges Zwölfeck (Fig. 4) Seitenlängen: $\overbrace{I} : \overbrace{II} : (2 \times 3)$	0,9250	6,240		
Einschicht- und Zweischicht-wicklung $\lambda - \Delta$ -Mischschaltung 12zonig (Fig. 6)	1/1	ungleichseitiges Vierundzwanzigeck (Fig. 8) Seitenlängen: $2 : \sqrt{13}/2 : \sqrt{3}$	0,9171	5,854		
Zweischichtwicklung 12zonig (Fig. 7)	11/12	gleichseitiges Zwölfeck Seitenlänge: $2 : 2$	0,9203	6,053		
Einschicht- und Zweischicht-wicklung $\lambda - \Delta$ -Mischschaltung 12zonig (Fig. 6)	1/1	ungleichseitiges Vierundzwanzigeck Seitenlängen: $2 : 1,932$	0,9124	5,736		
Zweischichtwicklung $\lambda - \Delta$ -Mischschaltung 12zonig (Fig. 7)	11/12	gleichseitiges Vierundzwanzigeck Seitenlänge: $2 : 2$	0,9124	5,736		
2-phasige Käfigwicklung	1/1	gleichseitiges Vierundzwanzigeck	1	5,751		
Dreiphasenwicklung mit sinusförmig abgestuften Spulenwindungszahlen			0,7899	5,751		

3202958

Nummer: 3202958
Int. Cl.³: H 02 K 3/00
Anmeldetag: 29. Januar 1982
Offenlegungstag: 11. August 1983

35

1/10

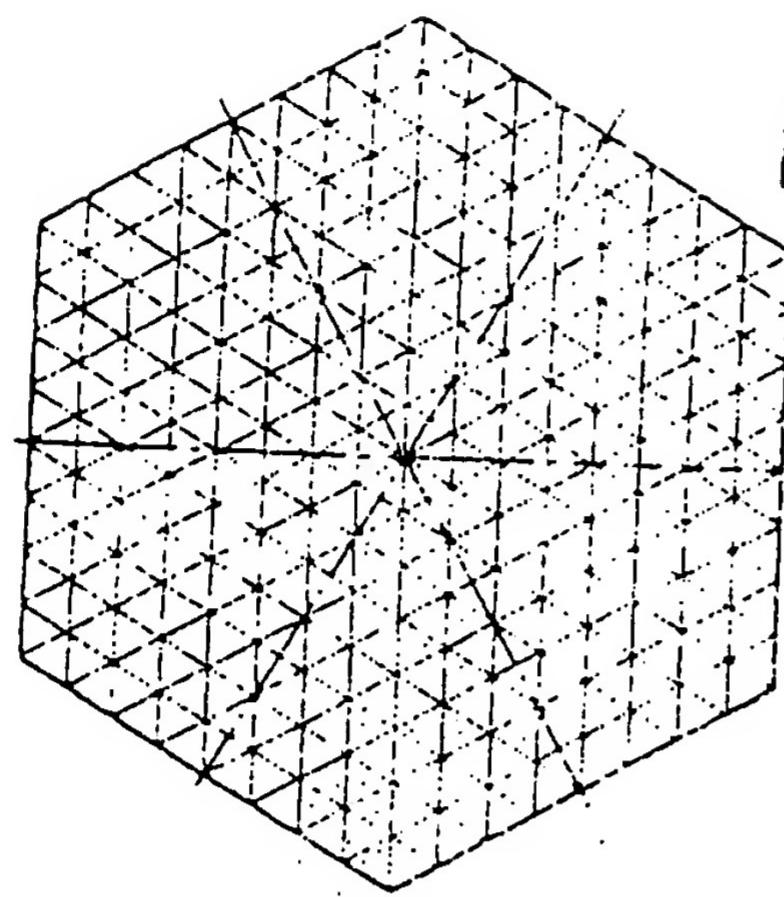


FIG 2

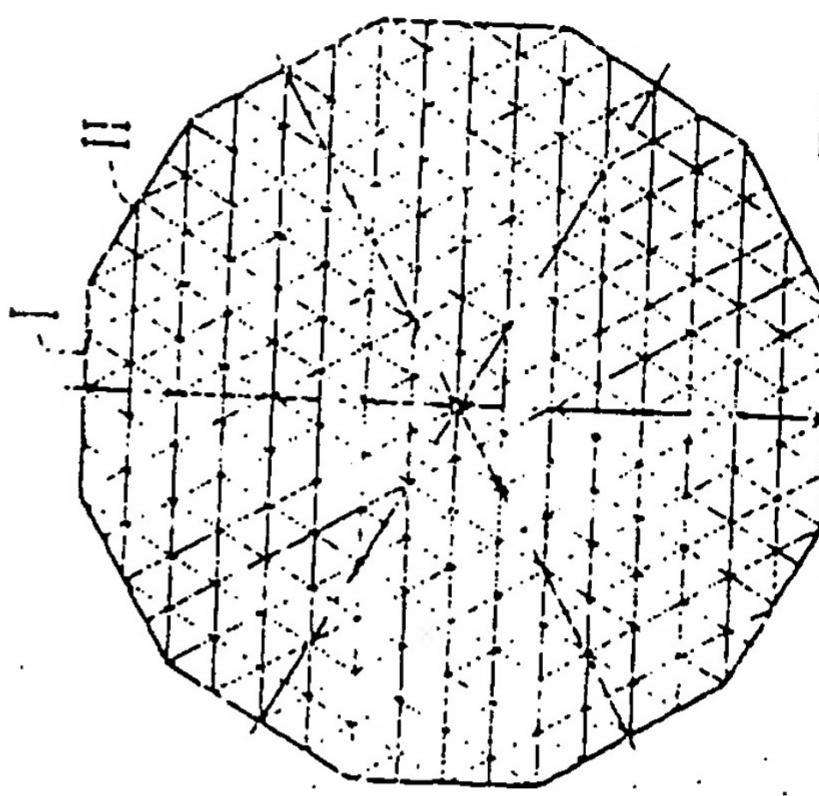


FIG 4

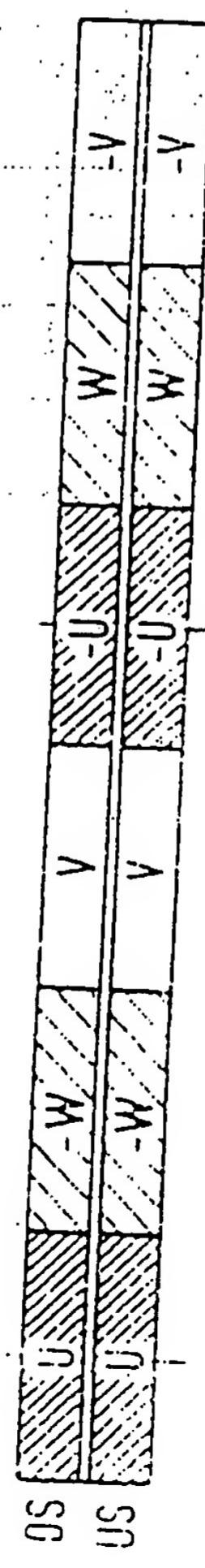


FIG 1

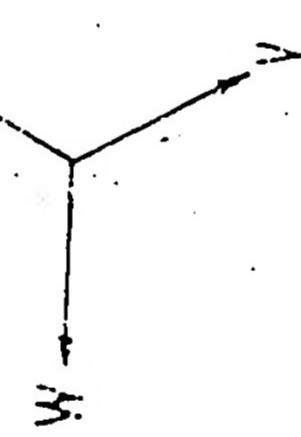


FIG 5

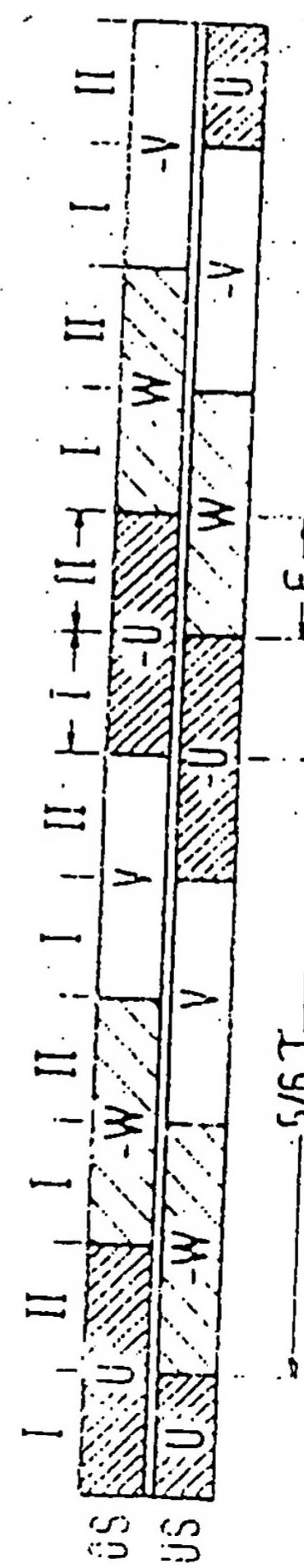


FIG 3

26.

2/10

82 P 3015 DE

FIG 8

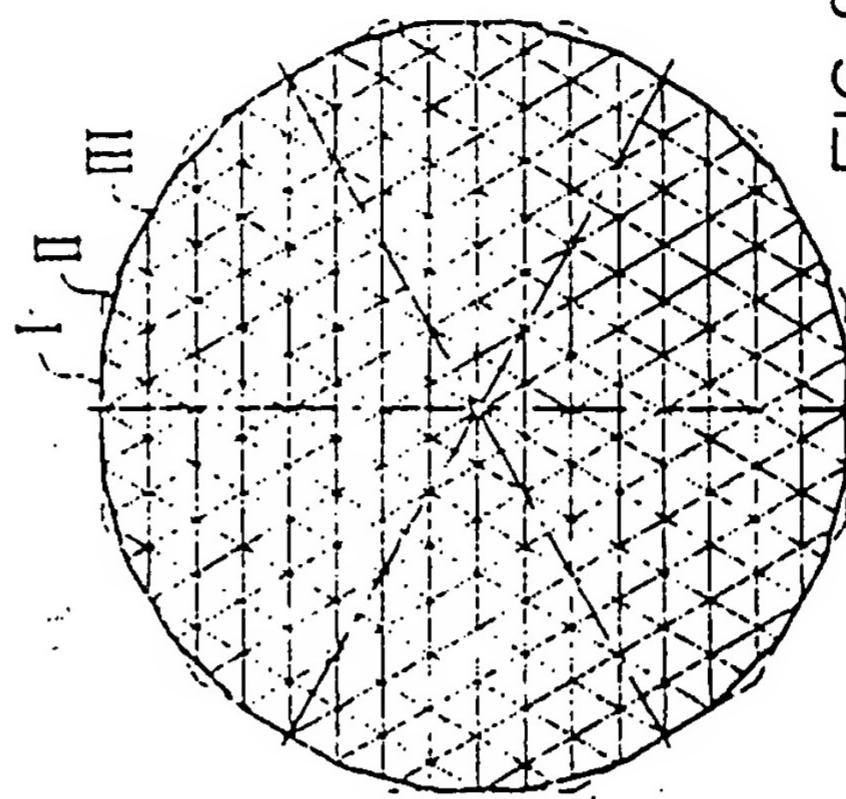


FIG 7

0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

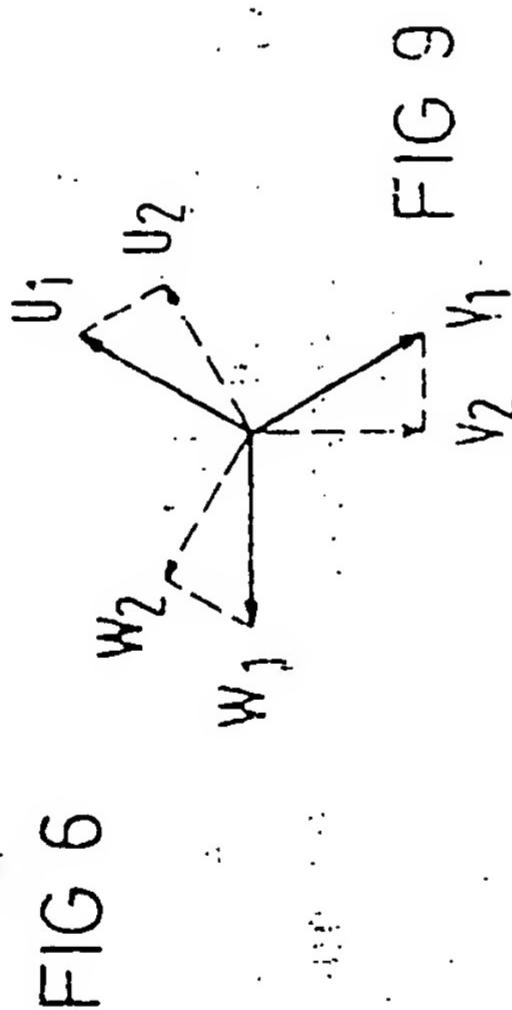


FIG 6

0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

FIG 9

3202958

27.

3/10

82 P 3015 DE

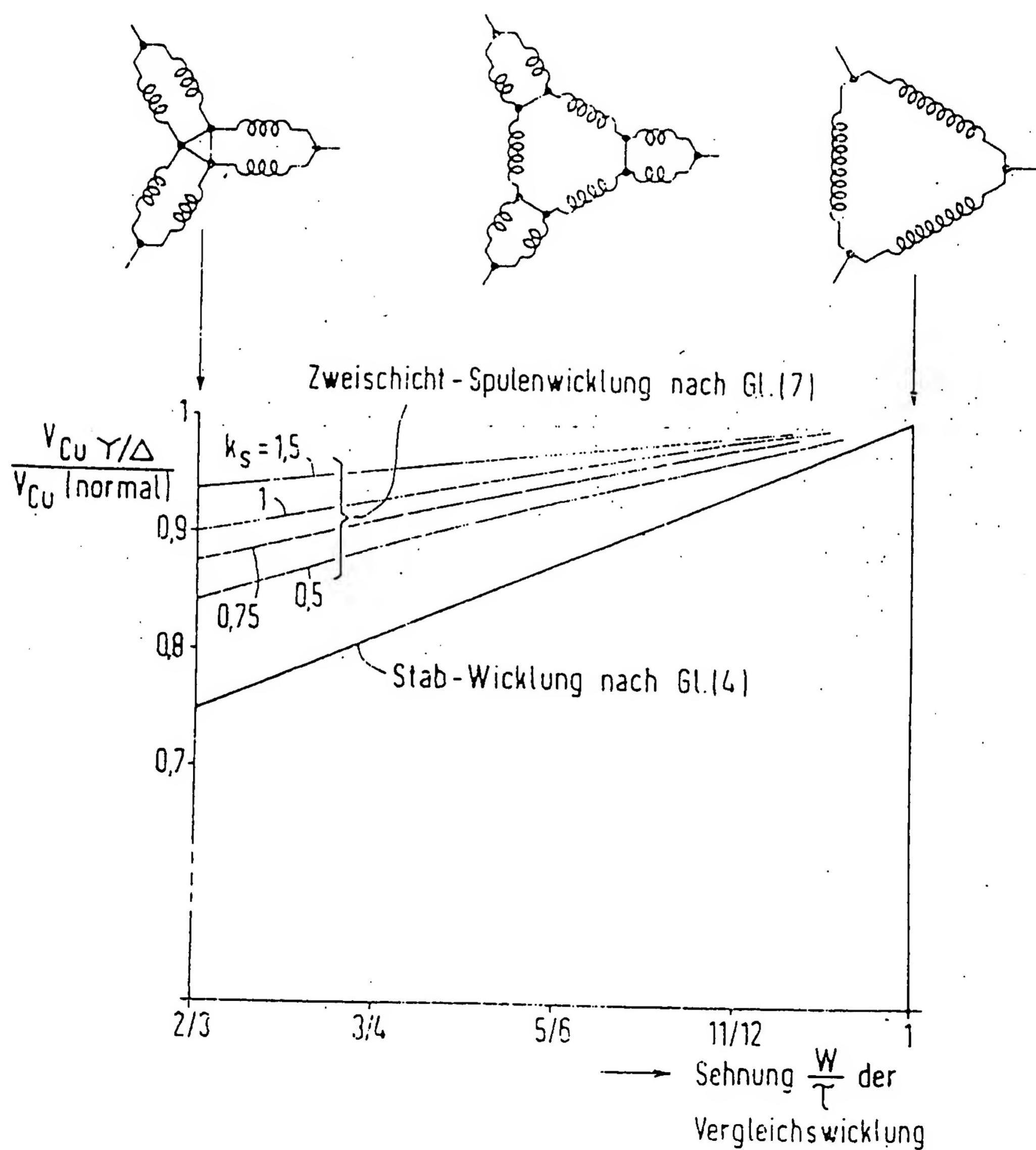


FIG 10

28.

4/10

82 P 3015 DE

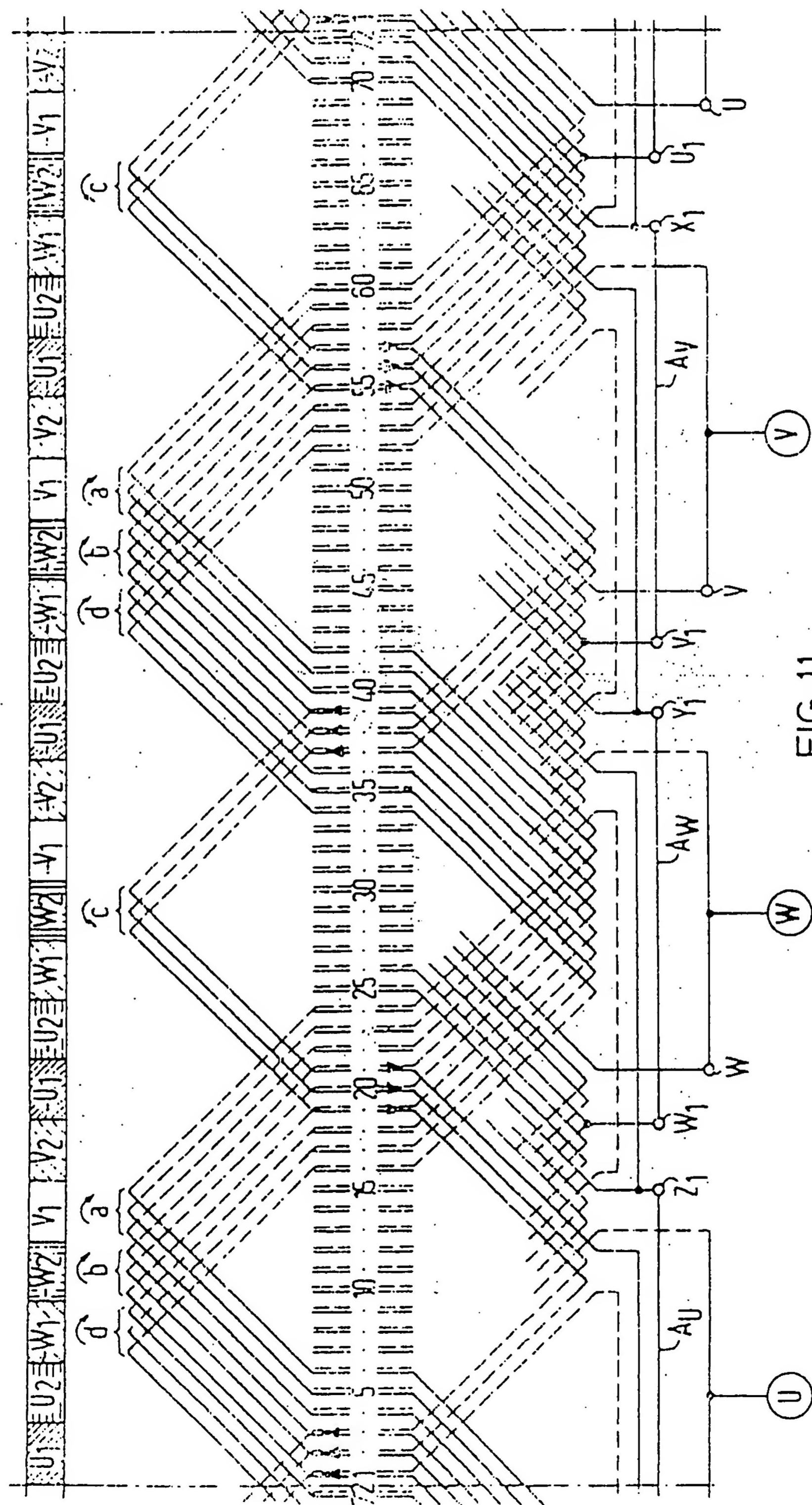


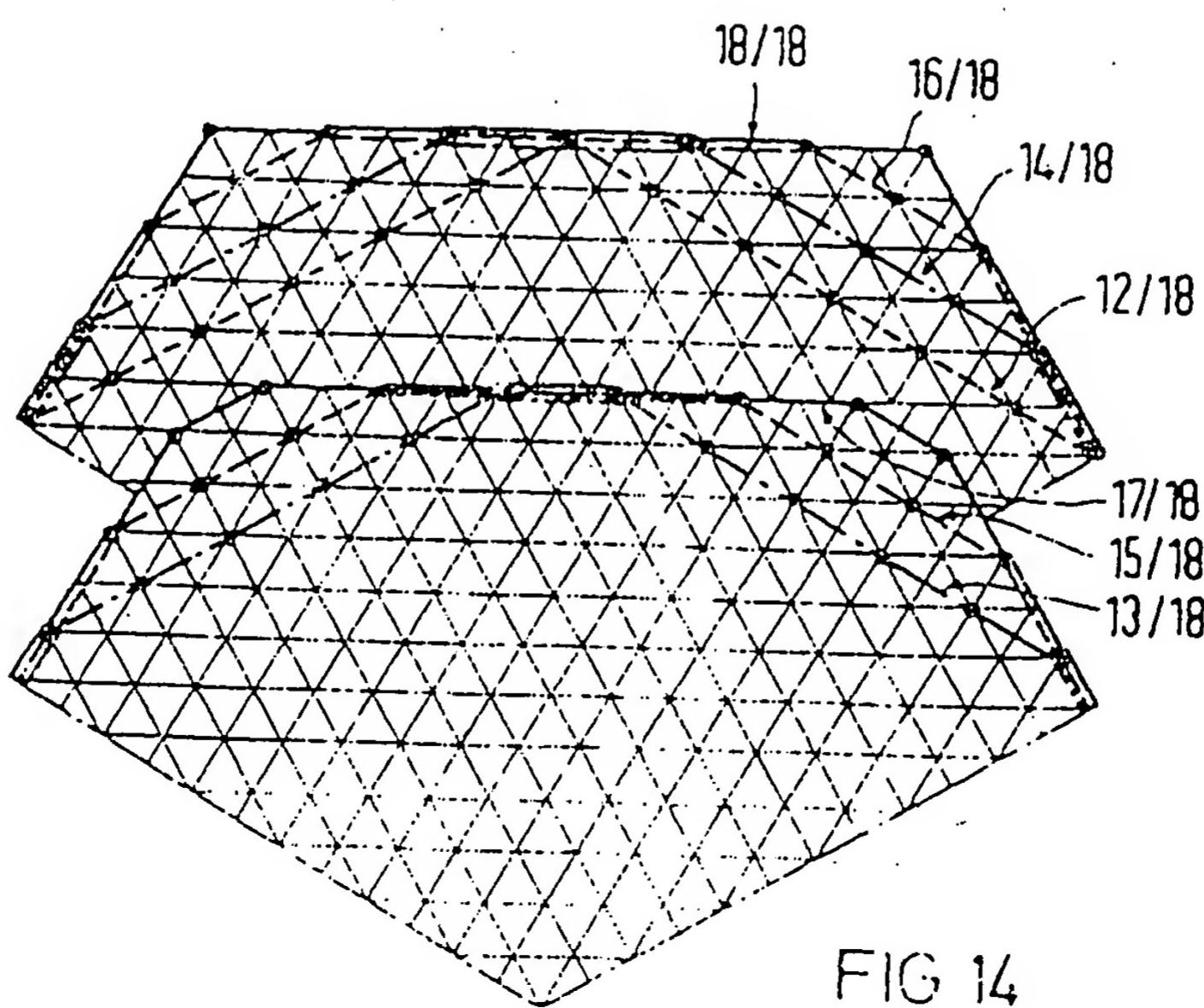
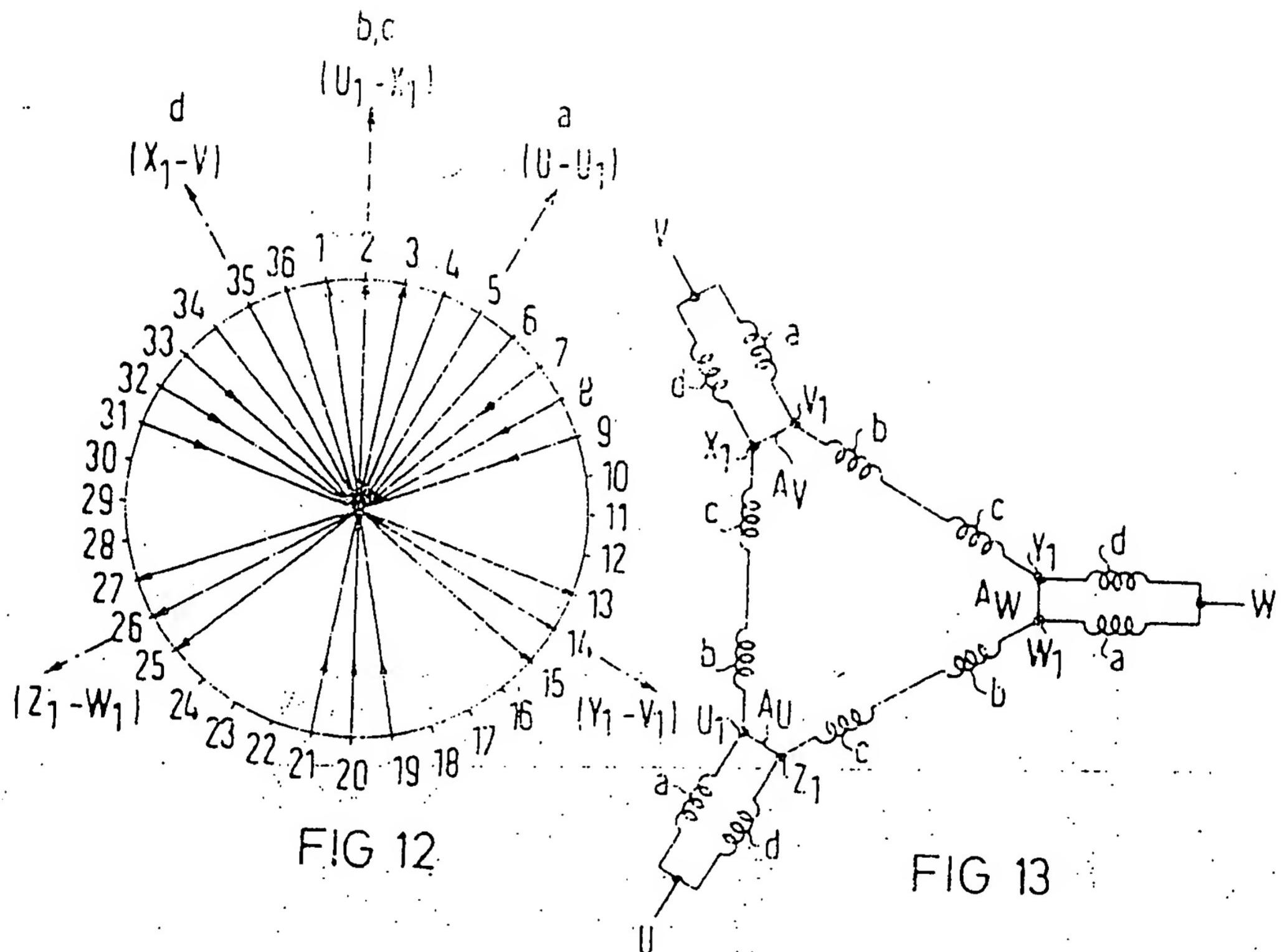
FIG 11

3202958

29.

5/10

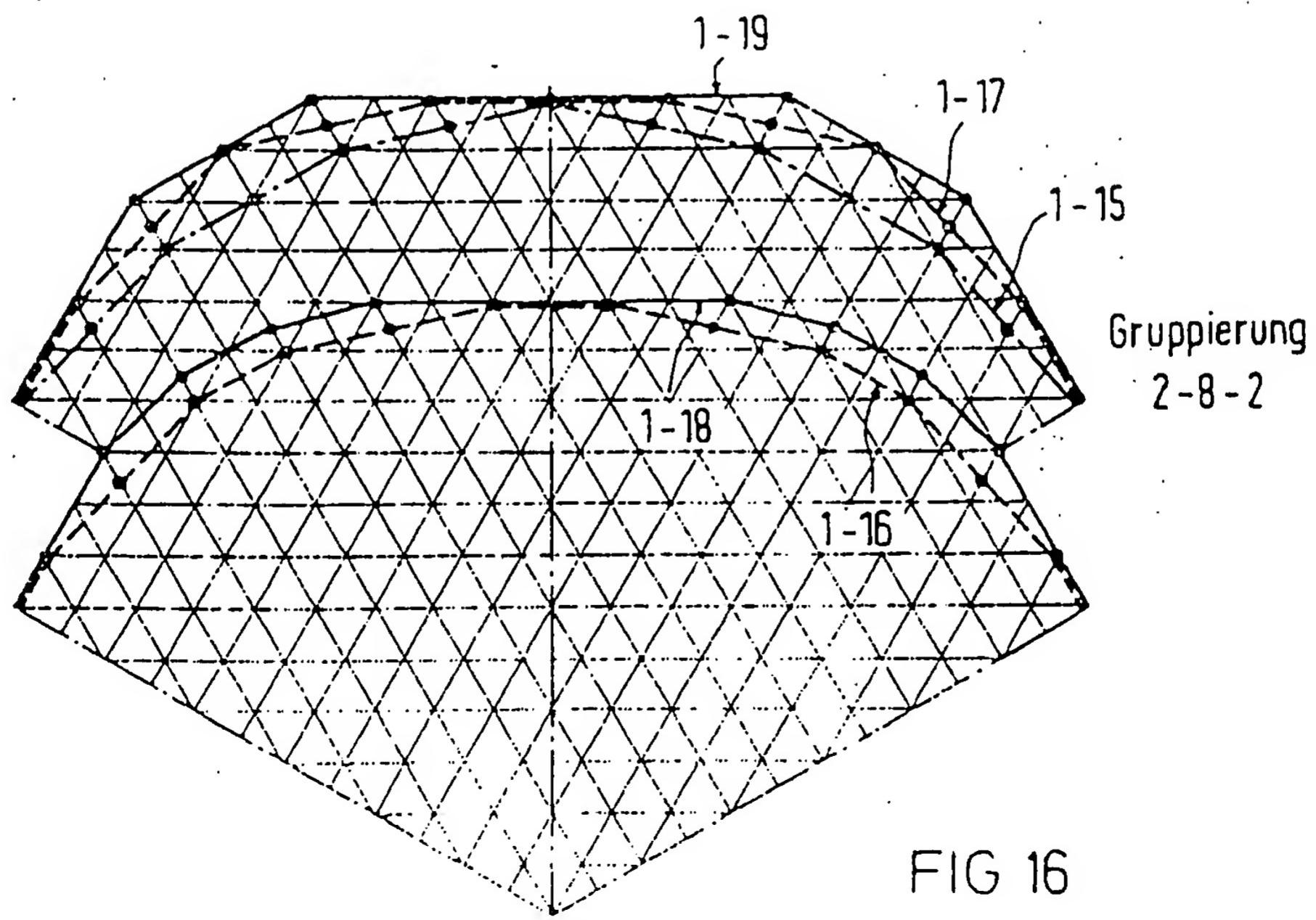
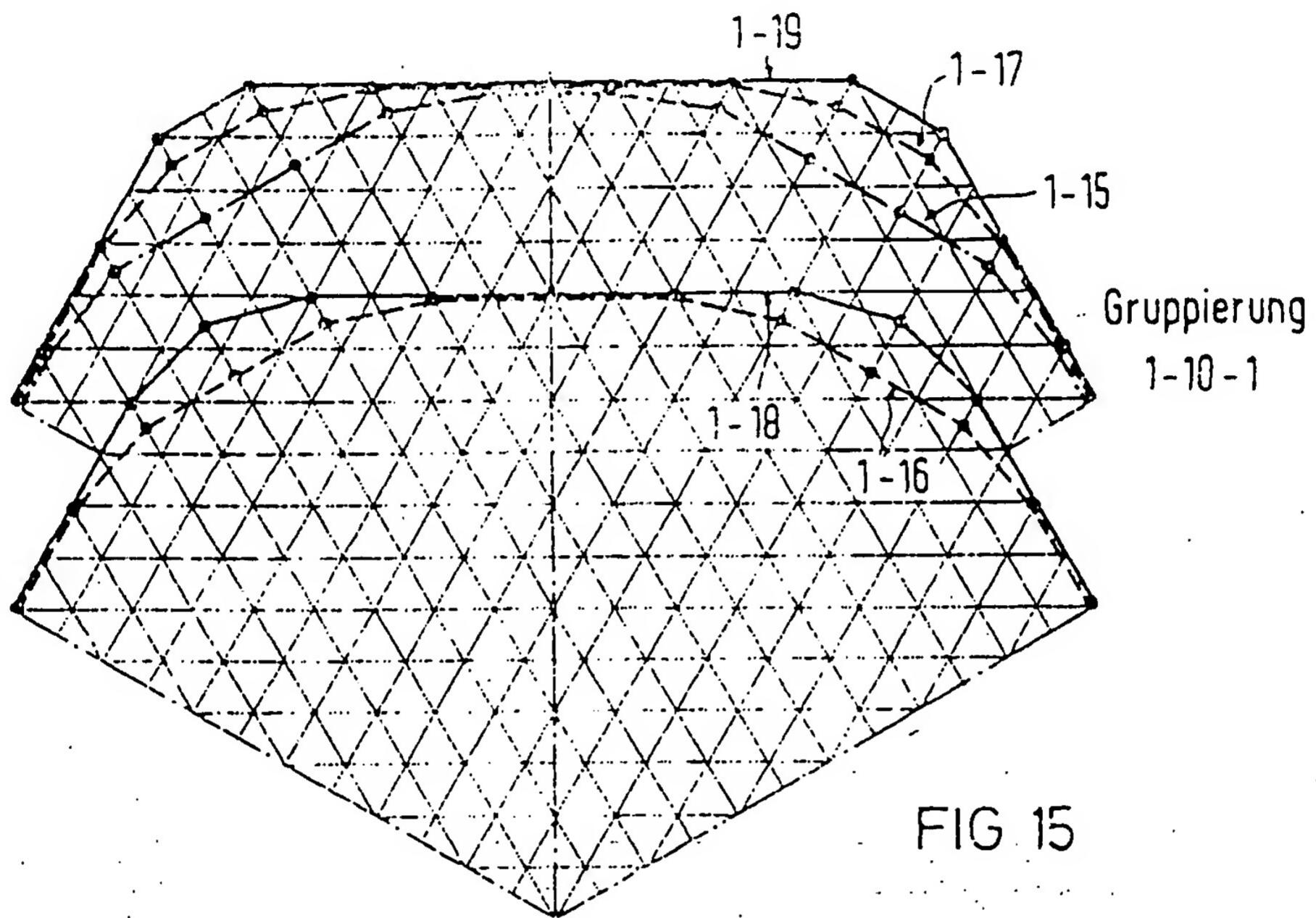
82 P 3015 DE



30

S/10

82 P 3015 DE

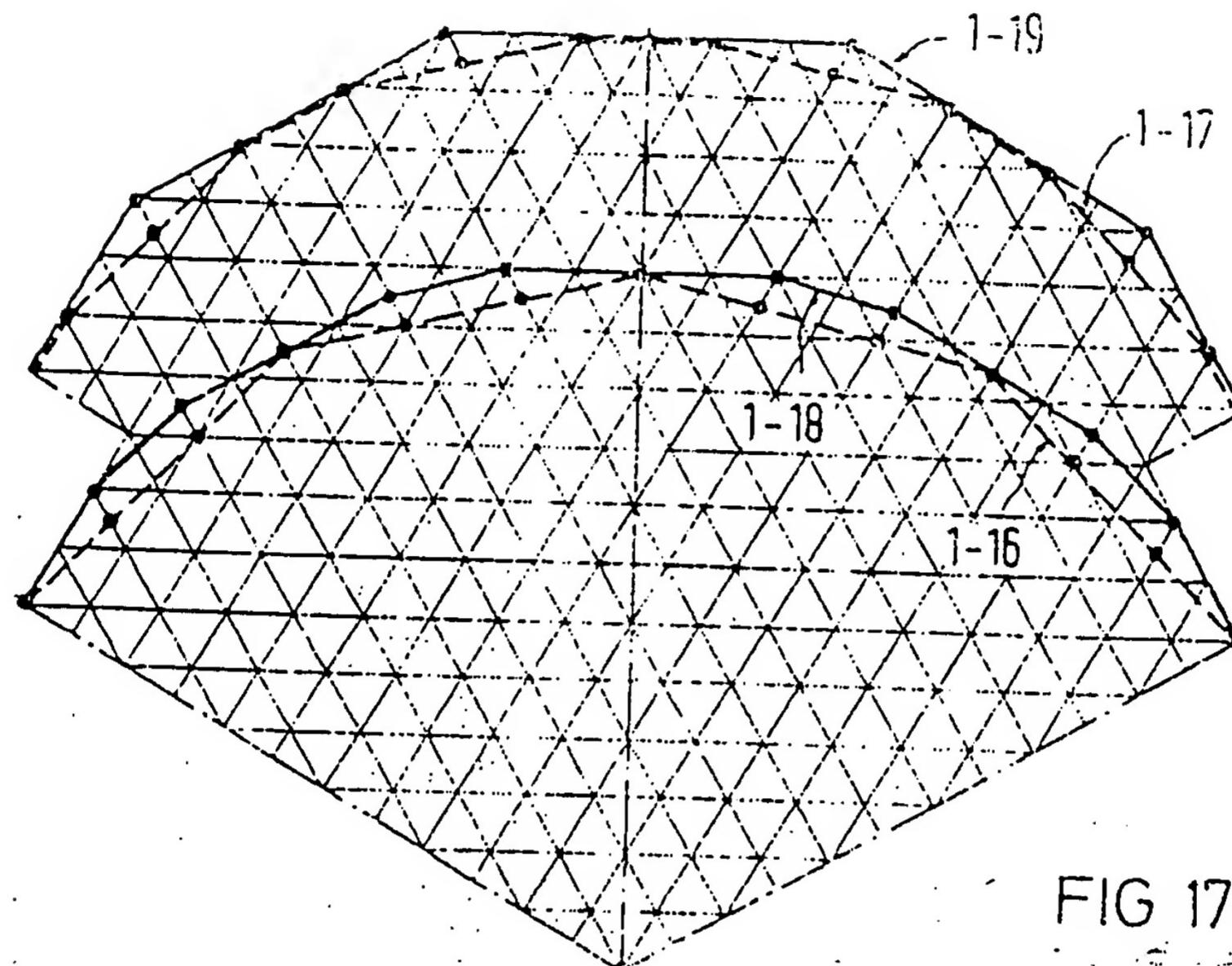


3202958

21.

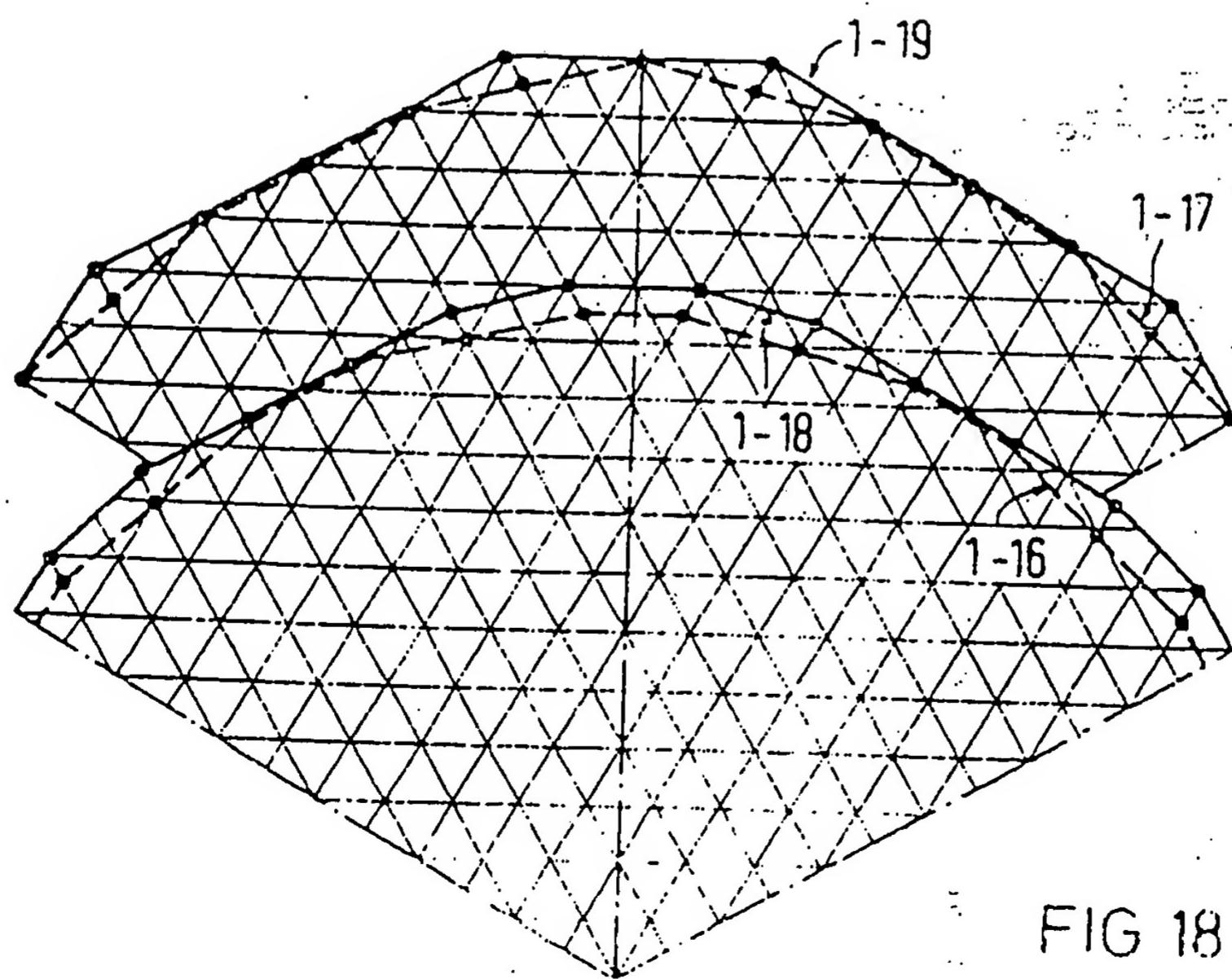
7/10

82 P 3015 0E



Gruppierung
3-6-3

FIG 17



Gruppierung
4-4-4

FIG 18

32.

8/10

82 P 3015 DE

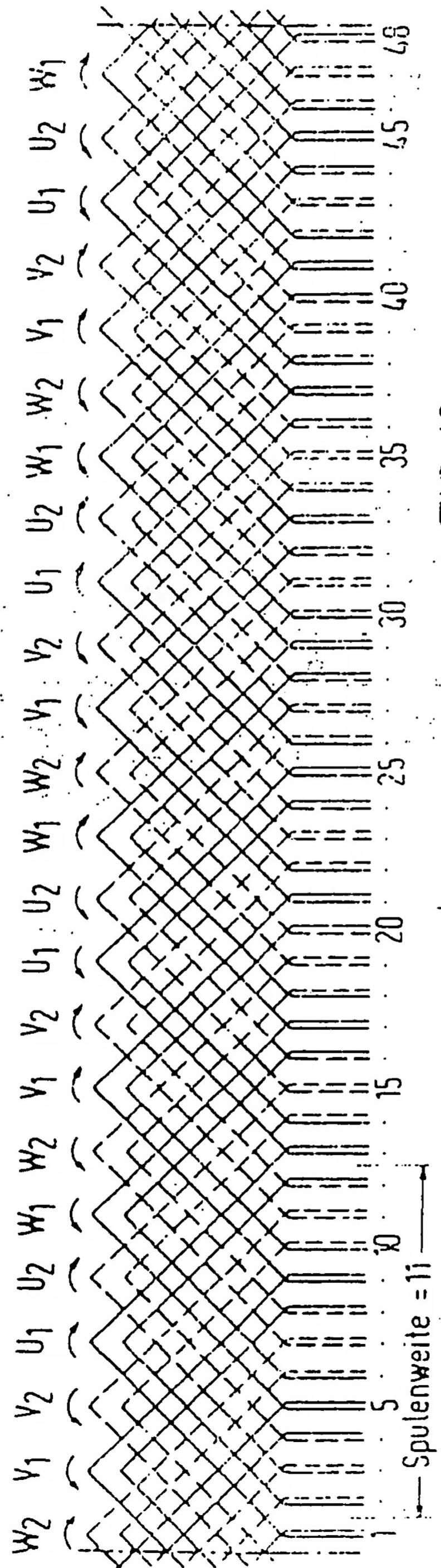


FIG 19

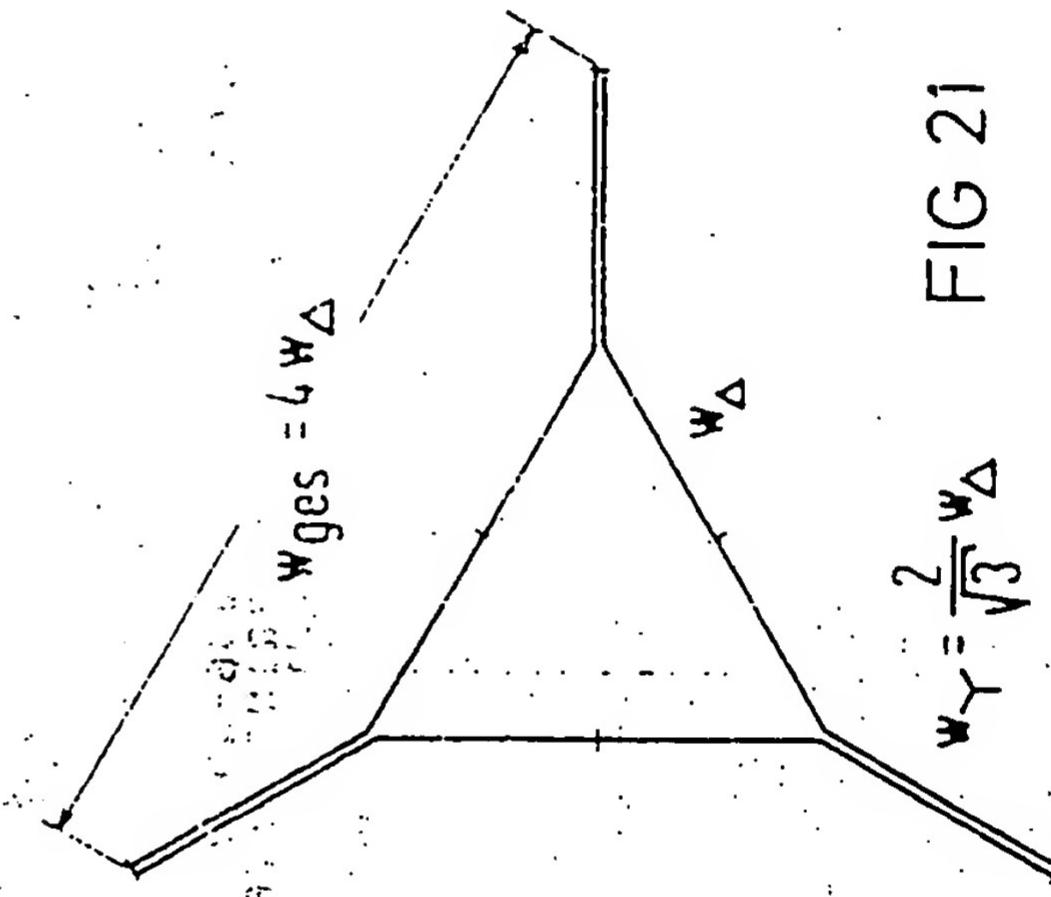


FIG 21

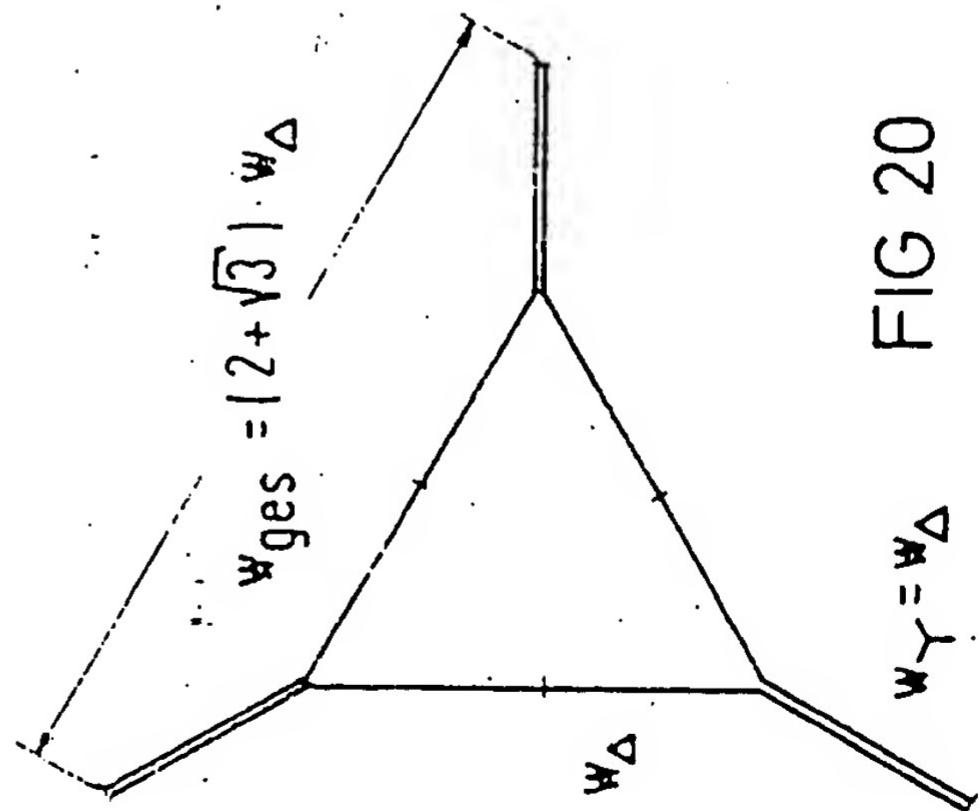


FIG 20

3202958

33.

9/10

82 P 3015 DE

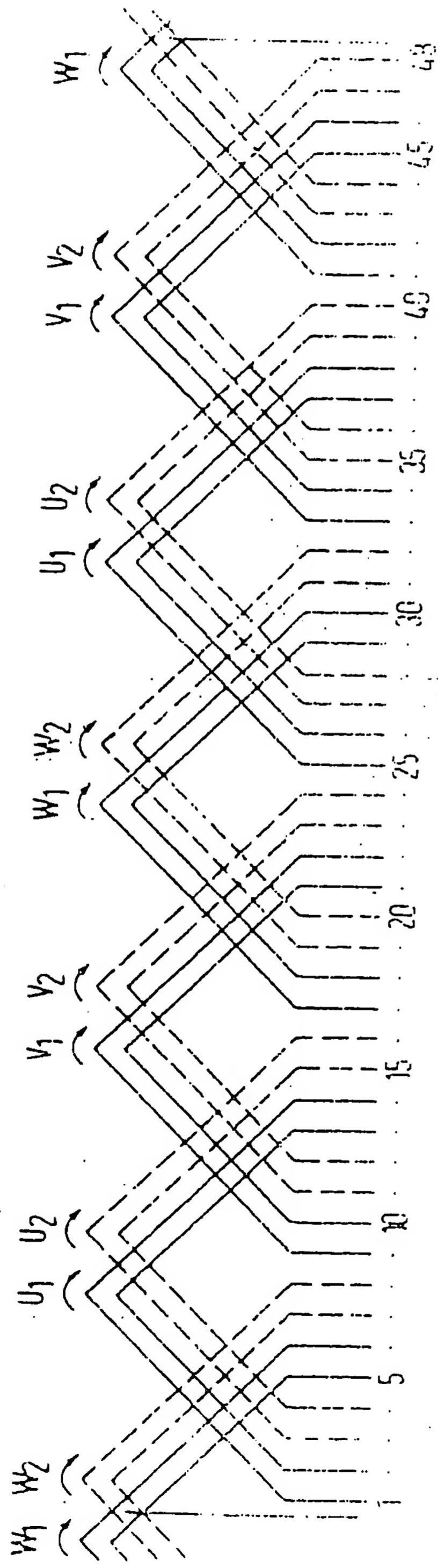


FIG 22

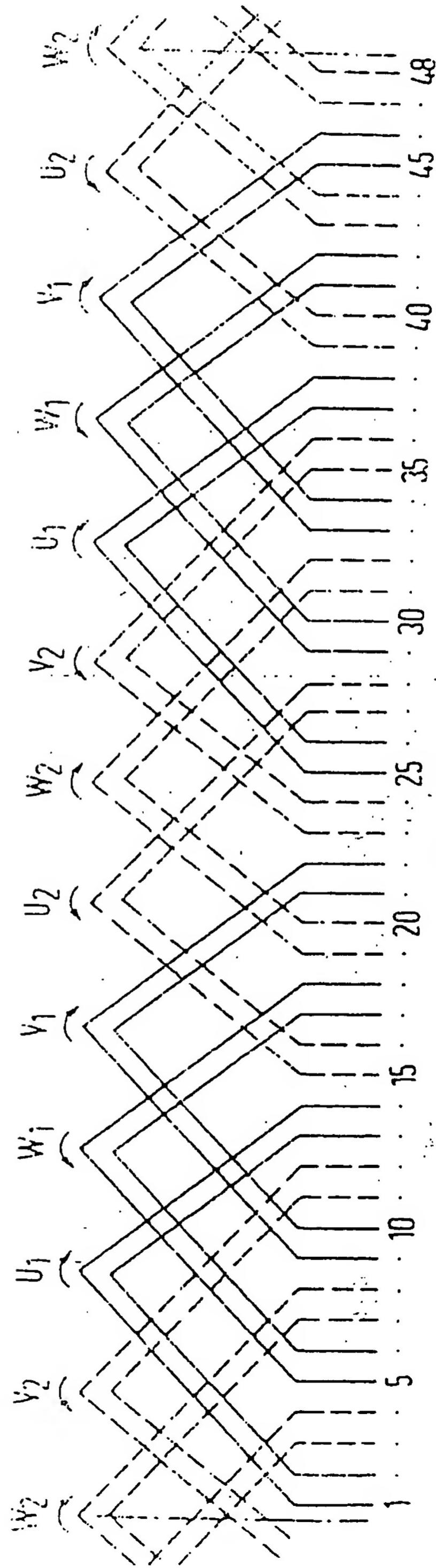


FIG 23_b

३२०२३३०

34

10/10

82 P 3015 DE

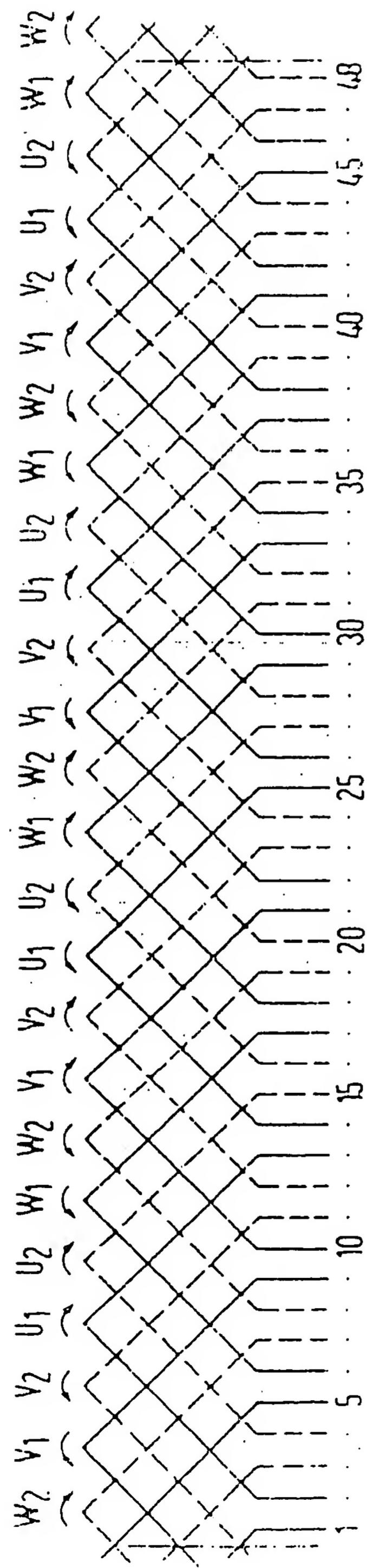


FIG 24

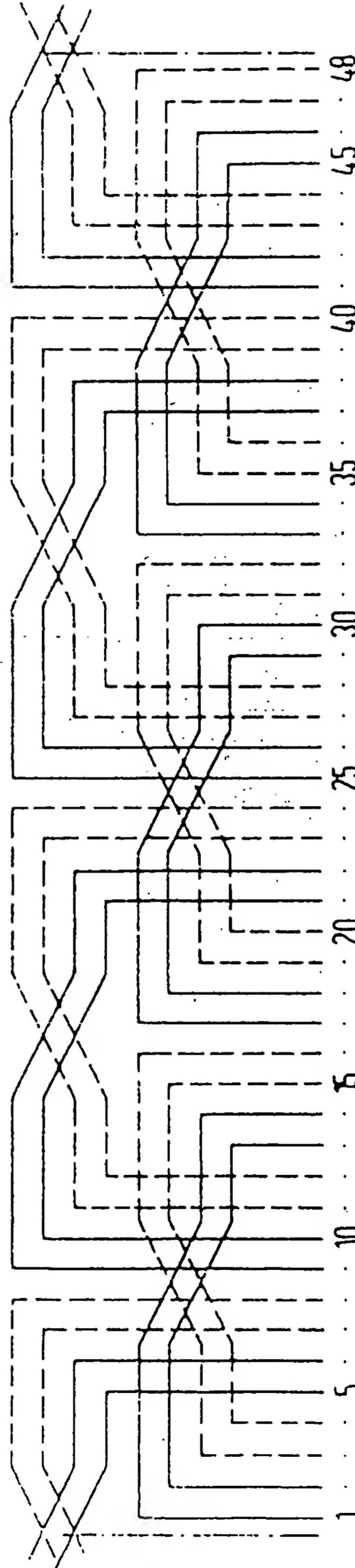


FIG. 25